

V Научно-практическая конференция «Информационно-измерительная техника и технологии», 19–23 мая 2014 г.  
УДК 697.1 (075.8)

## ПОКВАРТИРНЫЙ УЧЕТ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ (EVERYAPARTMENTHEATMETERING )

Д.С. Новоселов  
D.S. Novoselov

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
E-mail: Vrikill@ya.ru

Учет тепловой энергии в настоящее время является актуальной темой, как для управляющих компаний, так и для потребителей. С каждым годом появляются все больше новых методик расчета тепловой энергии. Для потребителя важно платить за то количество теплоты, которое он получает. В данной статье рассматривается одна из таких методик, которая позволяет рассчитать тепловую энергию отдельной квартиры. А именно, благодаря данной системе расчета потребитель может максимально приблизиться к фактическому расходу тепла в квартире. Система включает в себя минимальное количество датчиков необходимых на каждую квартиру, что в сравнении с индивидуальными узлами учета тепловой энергии, имеет множество плюсов. Аттестовать такую методику следует на экспериментальном стенде, а еще лучше на «модельном» жилом доме. Данная методика не только включает поправочные коэффициенты, которые зависят от разных факторов помещения, но и включает в расчет все объекты, которые излучают тепловую энергию. Таким образом, при наличии индивидуального узла учета тепловой энергии основанного на распределителях теплоты, оплата за отопление ставится в зависимости от фактического потребления тепла в квартире.

(Heat energy accounting is a vital issue nowadays for both Facility Managers and consumers. More and more new calculation methods for heat energy have been emerging from year to year. It is important for the consumers to pay for the exact amount of heat they get. This paper describes one of the methods that allows calculating heat energy of a particular apartment. That is, by virtue of the given calculation method the consumer can reach the actual heat rate in the apartment. The system includes the minimum amount of sensors required for each apartment, which, compared with individual heat accounting system, has its advantages. The above mentioned method should be certified at test bench, but it is preferable to certify it in a “model” apartment block. This method includes not only corrective coefficients, which depend upon various factors of the premise, but the calculation of all the installations radiating heat energy as well. Thus, having the individual heat accounting system based on heat distributors, heating fee is calculated depending on the actual heat consumption in the apartment.)

### Ключевые слова :

Учет тепловой энергии, отопление, система учета, распределители тепла, теплопотери.  
(Accounting for thermal energy, heating, accounting system, heat spreader, heat loss. )

В настоящее время существует множество способов учета тепловой энергии. Таких как общедомовая, где узел учета устанавливается на дом и вся энергия потребителей делится пропорционально площади квартиры. Индивидуальная система учета, где узел устанавливается непосредственно в квартиру и оплата производится по показаниям приборов. Но ни одна из них не является такой системой, которая рассчитывает фактическое потребление тепловой энергии в каждой квартире.

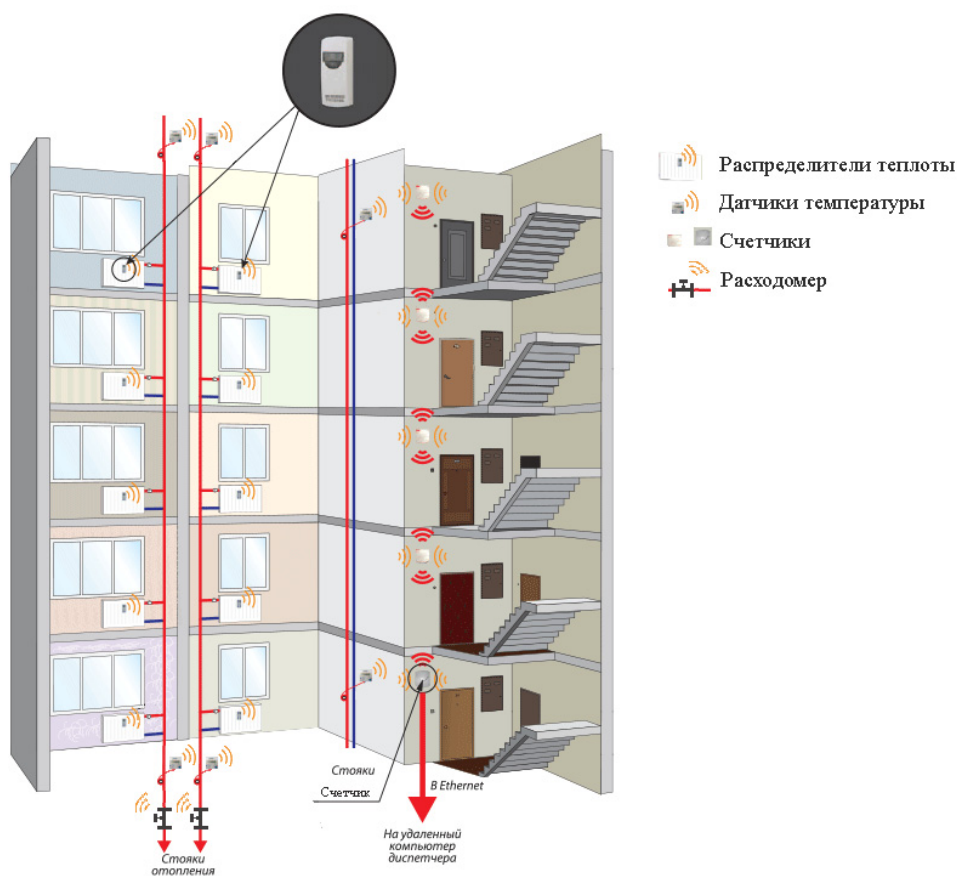
Вся трудность расчетов фактического потребления заключается в том, что необходимо учесть все теплопотери в помещении, зависящие от типа радиатора, от высоты потолков, от расположения квартиры в доме (этажность), от стороны света, где находится та или иная квартира. Так же необходимо помнить, что в помещениях помимо радиатора в теплообмене участвует непосредственно и стояки, которые необходимо учесть при расчете тепловой энергии передаваемой теплоносителем.

Ниже рассмотрен пример системы учета тепловой энергии, которая позволяет приблизиться к фактическому потреблению тепла в квартире, учитывая большинство теплопотерь, перечисленных выше. Главным условием такой системы является наличие во всех квартирах приборов индивидуального учета тепловой энергии. В систему учета входят такие устройства как: распределители тепла, термометры высокой точности и расходомер [Рис. 1]. Распределитель тепловой энергии устанавливается на каждый радиатор в доме, позволяя определить долю

объема потребления коммунальной услуги по отоплению, приходящуюся на отдельное жилое или нежилое помещение. Принцип работы электронных распределителей расходов тепла основан на измерении разности температуры поверхности прибора отопления и воздуха в помещении. Результаты измерений суммируются за определенный расчетный период. Накопленные значения используются для вычисления доли каждого потребителя в общем количестве тепла, потребляемого домом. При расчете применяют оценочные коэффициенты, присвоенные каждому отопительному прибору в соответствии с их конструктивными и теплофизическими особенностями, размерами и методом монтажа. Расходомер вычисляет расход каждого стояка, а термометры регистрируют температуру в начале стояка и в его конце. Показания расходомера и термометров позволяет рассчитать суммарное количество теплоты, отданное теплоносителем на один стояк по формуле[3]:

$$Q_{\text{ст}} = \sum_{i=1}^N M_i [h(t_{\text{нач}}) - h(t_{\text{кон}})]$$

Где  $N = \frac{\tau_2 - \tau_1}{\Delta\tau}$ , где  $\Delta\tau$  – интервал времени измерения – цикла, в течение которого измеряются температуры, рассчитываются их средние значения для вычисления средних значений удельных энтальпий  $h$ . Масса теплоносителя, прошедшего за такой  $i$ -й интервал, равна  $M_i$ . Если расходомер объемного типа, то  $M_i = V_{ip}(t_i \text{ нач})$ .



**Рис. 1.** Система поквартирного учета тепловой энергии

Как видно, суммарную тепловую энергию легко найти. Определять энергию отдельного помещения будем в два этапа:

- 1-ый определим теплоотдачу от стояка
- 2-ой определим теплоотдачу от радиатора

$$Q_{\text{ст}} = (Q_{\text{рад}} + Q_{\text{труб}})$$

где,  $Q_{\text{рад}}$  – кол-во теплоты отдаваемое радиатором,  $Q_{\text{труб}}$  – кол-во теплоты отдаваемое трубой.

- 1) Теплообмен вертикальной трубы можно найти по формуле[3]:

$$Q_{\text{труб}} = (\alpha_{\text{кон}} + \alpha_{\text{луч}}) \pi d H (\bar{t}_j - 20),$$

где  $d$  – диаметр трубопровода, м;  
 $H$  – высота комнаты от пола до потолка, м;  
 $t_j$  – среднее значение температуры,  $\alpha_{\text{луч}}$  – коэффициент теплоотдачи (лучистый),  
 $\alpha_{\text{кон}}$  – коэффициент теплоотдачи (конвективный).

Среднее значение температуры трубопровода достаточно линейного приближения вычисляется по формуле[3]:

$$\bar{t}_j = t_{\text{нач}} - (t_{\text{нач}} - t_{\text{кон}}) \frac{(j - 0.5)}{L},$$

где  $j$  – этаж помещения, которое рассчитывается,  
 $t_{\text{нач}}$  – температура теплоносителя в начале стояка,  
 $t_{\text{кон}}$  – температура теплоносителя в конце стояка,  
 $L$  – кол-во этажей.

2) Теплообмен радиатора вычисляется по формуле:

$$Q_{\text{рад}} = (R_2 - R_1) \cdot K_{\text{рад}} \cdot K_{\text{этаж}} \cdot K_{\text{сс}},$$

где  $R_1$  – предпоследние показания распределителя теплоты в данной квартире (на конец предыдущего расчетного периода);

$R_2$  – последние показания распределителя теплоты в данной квартире;

$K_{\text{рад}}$  – радиаторный коэффициент отопительного прибора;

$K_{\text{этаж}}$  – понижающий коэффициент в зависимости от расположения помещения в здании (по согласованию с эксплуатирующей организацией) (таблица 1).

$K_{\text{сс}}$  – понижающий коэффициент помещения, зависящее от стороны света, где находится данное помещение [1].

$$K_{\text{сс}} = \frac{L_{\text{ср}}}{L_i},$$

где  $L_{\text{ср}}$  – теплотери рядового помещения на средних этажах южной стороны, Вт;  
 $L_i$  – теплотери  $i$ -го помещения.

**Таблица 1.** Понижающий коэффициент  $K_{\text{сс}}$  [1]

Этаж	Понижающий коэффициент для	
	угловой квартиры	рядовой квартиры
Первый	0,8	0,9
Средний	0,9	1
Последний	0,8	0,9

Радиаторные коэффициенты для каждого типа распределителей теплоты на все имеющиеся типы отопительных приборов предоставляются производителем распределителей теплоты. Радиаторные коэффициенты определяются путем стендовых испытаний в соответствии с европейскими стандартами EN 834 [4] (для распределителей теплоты электронного типа) по формуле [2]:

$$\frac{Q}{S} = K \cdot R,$$

где  $Q$  – количество тепла, отданное радиатором;

$S$  – площадь поверхности радиатора;

$R$  – показания регистратора;

$K$  – коэффициент, который определялся из эксперимента.

Данный коэффициент удобно представить в виде  $K = k \cdot kn$ , где  $k$  – радиаторный коэффициент, а  $kn$  – номинальный условный коэффициент теплопередачи отопительного прибора. Радиаторный коэффициент дает возможность учесть следующие факторы:

- размеры отопительного прибора;
- теплопередачу материала, из которого изготовлен отопительный прибор, и крепежного комплекта;

- погрешность измерения температуры поверхности отопительного прибора соответствующим датчиком внутри распределителя теплоты;
- погрешность измерения температуры воздуха в помещении вторым датчиком (для двухдатчиковой версии распределителя).

Распределитель тепла измеряет потребление тепловой энергии не в физических единицах (например, Гкал), а в относительном выражении, которое затем по специальной методике переводится в конкретные цифры определяющие количество тепла, затраченное на отопление помещения. Поэтому для оценки кол-во тепла отдельного помещения необходимо  $Q_{\text{рад}}$  умножить на вес единицы показания распределителя теплоты, по формуле:

$$Q_{i \text{ рад}} = \frac{Q_{\text{ст}}}{\sum_{j=1}^L Q_{j \text{ рад}}} (R_2 - R_1) \cdot K_{\text{рад}} \cdot K_{\text{этаж}} \cdot K_{\text{сс}},$$

где  $Q_{i \text{ рад}}$  – кол-во теплоты отданное радиатором в  $i$ -ом помещении, в физических единицах.

Зная отданное кол-во теплоты от радиаторов и от труб одной квартиры можем посчитать кол-во тепловой энергии израсходованное данной квартирой.

$$Q_{m \text{ кв}} = \sum_{i=1}^n Q_{i \text{ рад}} + \sum_{i=1}^n Q_{i \text{ труб}},$$

где  $n$  – кол-во стояков в квартире.

Собирая помещения в квартиры, получаем общее кол-во теплоты для отдельной квартиры  $Q_{\text{кв}}$ . Тогда общедомовая часть будет рассчитываться по следующей формуле:

$$Q_{\text{одн}} = Q_{\text{ТСЧ}_D} - \sum_{m=1}^P Q_{m \text{ кв}}$$

где  $Q_{\text{ТСЧ}_D}$  – кол-во теплоты по показаниям общедомового счетчика.

Это общедомовое кол-во теплоты необходимо разделить м/у всеми квартирами, по площади, тогда для одной квартиры с индексом  $m$ , полное потраченное кол-во теплоты будет вычисляться по формуле:

$$Q_{m \text{ кв полное}} = Q_{m \text{ кв}} + Q_{\text{одн}} \cdot \frac{S_{m \text{ кв}}}{\sum_{m=1}^U S_{m \text{ кв}}}$$

где  $S_{m \text{ кв}}$  – площадь данной квартиры.

Аттестовать такую методику следует на экспериментальном стенде, а еще лучше на «модельном» жилом доме. Данная методика не только включает поправочные коэффициенты, которые зависят от разных факторов помещения, но и включает в расчет все объекты, которые излучают тепловую энергию. Таким образом, при наличии индивидуального узла учета тепловой энергии, оплата за отопление ставится в зависимости от фактического потребления тепла в квартире.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методика распределения общедомового потребления тепловой энергии на отопление между индивидуальными потребителями на основе показаний квартирных приборов учета теплоты. МДК 4-07.2004. Москва, 2004
2. Низовцев М. И., Терехов В. И., Чепурная З. П. Влияние физических параметров на радиаторные коэффициенты регистраторов расхода тепла отопительных приборов // НП «АВОК» [Электронный ресурс]. – 2009. – Режим доступа: [http://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=2926](http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=2926)
3. Медведев В.А. Методы «Комбинированных» измерений при индивидуальном учете потребленной тепловой энергии // Наименование конференции: Энергосбережение в системах тепло- и газоснабжения. Повышение энергетической эффективности. – г. Санкт-Петербург – С. 184-190.
4. Стандарт СТО НП АВОК ЕН 834 2007 «Распределители стоимости потребленной теплоты от комнатных отопительных приборов. Распределители с электрическим питанием»

### Сведения об авторах:

**Новоселов Д.С.:** г. Томск, магистрант гр.1БМ2Б кафедры Информационно-измерительной техники Национального исследовательского Томского политехнического университета.